



**CONCURSO DE ADMISSÃO
AO
CURSO DE FORMAÇÃO E GRADUAÇÃO
FÍSICA**

CADERNO DE QUESTÕES

2026/2027



1ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Um foguete é lançado para atingir um alvo localizado no topo de uma montanha. O centro do alvo encontra-se a uma distância horizontal de 2,0 km e vertical de 1,0 km da plataforma de lançamento. O projeto prevê que o foguete deixe o lançador à velocidade de 200 m/s, formando um ângulo de 45° com a horizontal. Nessas condições, o ponto mais alto da trajetória coincide com o centro do alvo. A temperatura de projeto da câmara de combustão do foguete é 2560 K.

Entretanto, uma falha na combustão elevou a temperatura dos gases, sem alterar o ângulo de lançamento. Em consequência, ao passar pela vertical do alvo, o foguete encontrava-se 360 m acima do alvo e ainda em movimento ascendente. Para avaliar os efeitos energéticos da falha, considere que 2,0 kg de gases ideais foram aquecidos, a pressão constante, desde a temperatura de projeto até a temperatura atingida.

Dados:

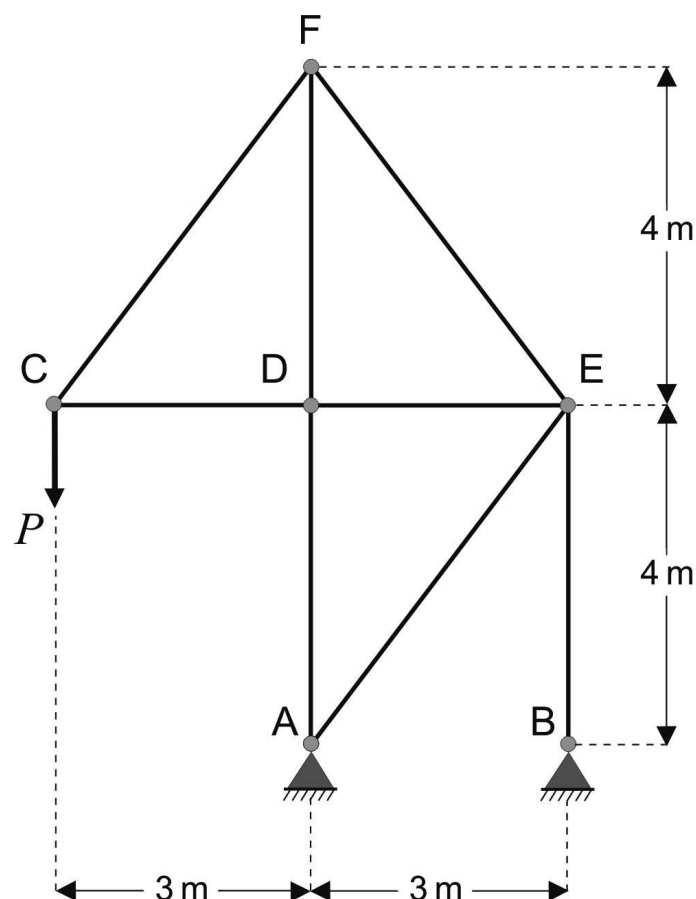
- aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$;
- calor específico dos gases, a pressão constante: $1,0 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$;
- aumento da energia interna dos gases durante a falha: 2016 kJ.

Observações:

- admita que a temperatura absoluta da câmara de combustão seja diretamente proporcional ao quadrado da velocidade de lançamento do foguete;
- despreze a resistência do ar.

Mediante as informações acima, na condição de falha, determine:

- a) a velocidade de lançamento do foguete;
- b) a temperatura atingida na câmara de combustão;
- c) o trabalho realizado durante o aquecimento.



A figura representa esquematicamente um guindaste em equilíbrio quando está sendo aplicada uma força P na junção C .

Dado:

- força vertical para baixo aplicada em C : $P = 100 \text{ kN}$.

Observação:

- despreze os pesos das barras do guindaste.

Para esse guindaste:

- determine as reações (módulo, direção e sentido) em A e B ;
- determine os esforços normais nas barras da estrutura (CD , CF , DF , AD , AE , DE , BE e EF), discriminando também se são de tração ou de compressão;
- explique a função da barra AE .

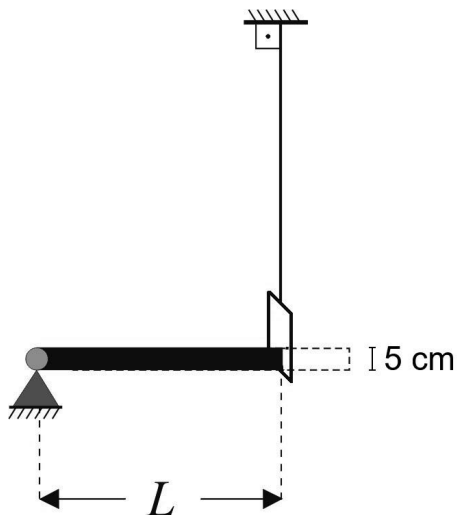


Figura 1

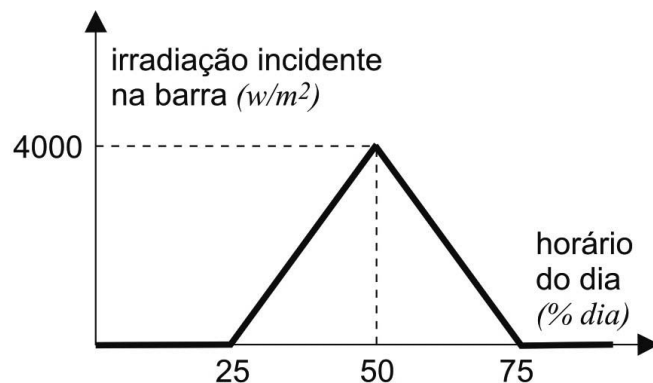


Figura 2

Num determinado planeta, um objeto metálico escuro em forma de paralelepípedo encontra-se apoiado à esquerda e pendurado por uma haste inextensível com uma argola retangular de apoio à direita. Ao nascer de seu Sol (25% do dia), a extremidade direita do objeto está rigorosamente abaixo da haste, como mostra a Figura 1. Neste momento, a haste está quase se rompendo e só conseguirá suportar 0,1% a mais de tração. Ao amanhecer, a irradiância do Sol, cujo gráfico se encontra na Figura 2, incide sobre o objeto, sendo totalmente absorvida em sua área superior paralela ao plano horizontal.

Dados:

- densidade homogênea do objeto ao amanhecer: 2000 kg/m^3 ;
- dimensões do objeto: $2 \text{ m} \times 25 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$;
- comprimento do objeto: $L = 2 \text{ m}$;
- coeficiente de dilatação linear e calor específico do objeto metálico: $10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e $1,0 \text{ J/(g}\cdot^\circ\text{C)}$;
- constante universal da gravitação: G ;
- massa e raio do planeta: M e R ;
- $G \cdot M/R^2 = 12 \text{ m/s}^2$;
- duração de um dia no planeta: $8 \cdot 10^4 \text{ s}$.

Observações:

- o esquema da Figura 1 foi montado sobre a superfície do planeta;
- para efeito de cálculo, não considere as áreas laterais e nem a área de baixo para a absorção da irradiância;
- durante o processo de dilatação, o objeto desliza apenas à direita e sem atrito pela argola mantendo o ponto de sustentação fixo, sendo que a haste se mantém na vertical;
- o objeto permanece com a massa homogeneamente distribuída durante todo o aquecimento.

Diante do exposto, determine:

- a reação no apoio à esquerda ao amanhecer;
- a variação da temperatura do objeto desde o amanhecer até o momento do rompimento da haste;
- o horário, em % do dia, no qual ocorre o rompimento da haste.

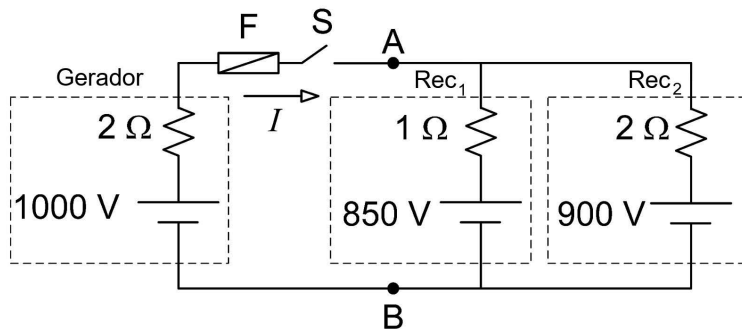


Figura 1

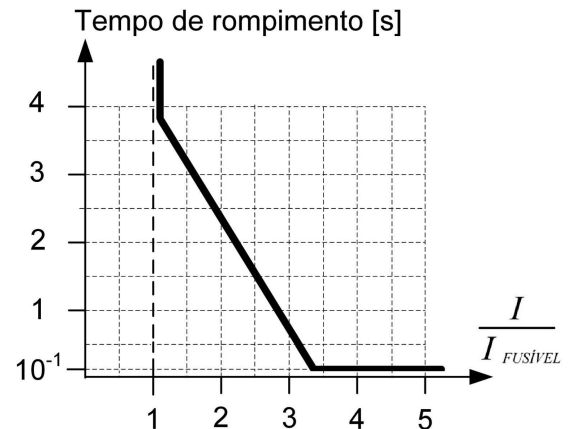


Figura 2

A Figura 1 apresenta um gerador com força eletromotriz de 1000 V e resistência interna de 2Ω que alimenta dois receptores, denominados Rec_1 e Rec_2 , representados por uma força contra eletromotriz (f_{cem}) e uma resistência interna (R_{int}), dadas por:

Receptor	f_{cem}	R_{int}
Rec_1	850 V	1Ω
Rec_2	900 V	2Ω

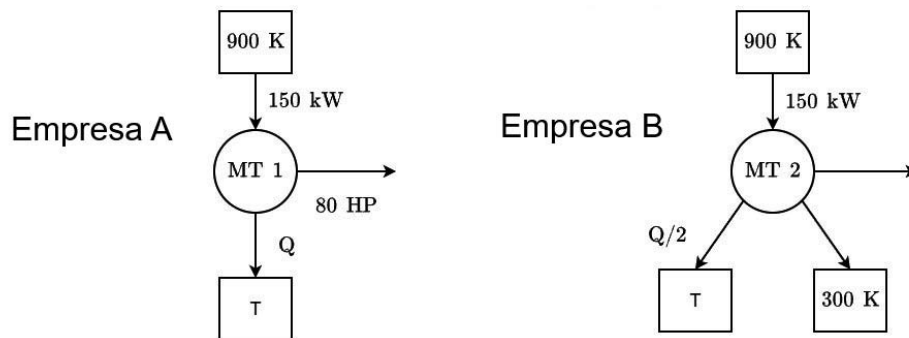
O gerador é protegido por um fusível F, cuja característica de tempo de rompimento (ruptura) versus razão $I/I_{\text{FUSÍVEL}}$ é dada pela curva, em escala linear, apresentada na Figura 2. Nela, I representa a corrente que passa pelo fusível e $I_{\text{FUSÍVEL}}$ a corrente máxima admitida pelo fusível.

Dados:

- corrente de projeto do fusível: $I_{\text{FUSÍVEL}} = 20 \text{ A}$;
- máximo tempo durante o qual o gerador pode operar em curto-circuito sem ser danificado: 50 ms.

No instante $t = 0$, a chave S é fechada. Assim:

- determine as correntes em cada receptor imediatamente após o fechamento de S;
- verifique, com a devida justificativa, se e quando ocorrerá o rompimento do fusível nessa condição de operação;
- supondo agora que o sistema seja reiniciado depois da condição de operação do item (a), havendo se necessário a reposição de fusível, e que haja um curto-circuito entre os pontos A e B, indicados do circuito, no momento em que a chave S é fechada, verifique se o fusível conseguirá proteger a fonte de tensão.



Tendo em vista a expectativa de um aumento populacional associado à instalação de algumas unidades fabris em futuro próximo, a autoridade local de certo município conduz uma série de audiências públicas visando à aquisição de uma nova turbina, operando em um ciclo termodinâmico, para a geração de energia elétrica residencial.

A empresa A sugere um equipamento de 80 HP de potência útil, no qual calor é extraído de uma fonte quente a 900 K para o ciclo térmico, a uma taxa de 150 kW. Além disso, calor é rejeitado para uma fonte fria de temperatura não mencionada.

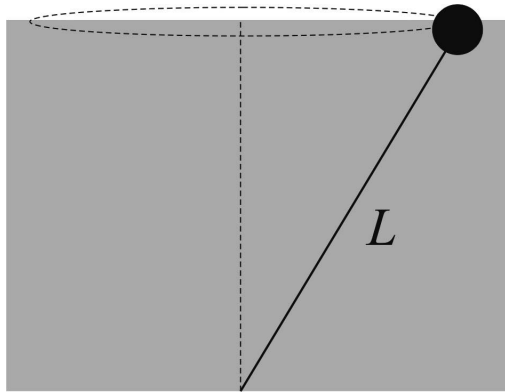
Uma segunda proposta, apresentada pela empresa B, recomenda a aquisição de um produto que opere em um ciclo termodinâmico “multifonte”. Nessa opção, calor é rejeitado a taxas distintas, para duas fontes frias: uma delas possui a mesma temperatura da concorrente recebendo, no entanto, metade do calor associado ao correspondente da empresa A. Já a segunda fonte encontra-se à temperatura de 300 K, recebendo certa quantidade de calor inicialmente não especificado. Ainda de acordo com o representante da empresa B, a temperatura de fonte quente e o calor recebido por seu ciclo termodinâmico são os mesmos do concorrente. O representante da empresa B argumenta que seu produto é capaz de suprir as necessidades de energia elétrica residencial de 350 unidades ao mesmo tempo, sendo ainda possível aquecer água para um posto de atendimento médico próximo, a uma taxa de 50 L por minuto, como subproduto da rejeição de calor para a fonte de 300 K.

Dados:

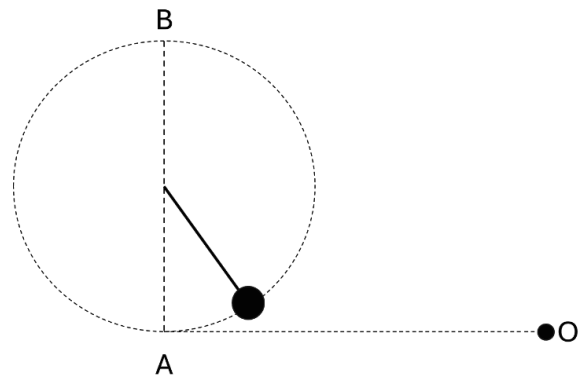
- $1\text{HP} = 3/4\text{ kW}$;
- eficiência do ciclo termodinâmico da máquina da empresa A: 80 % do máximo admissível;
- consumo mensal no município por residência: 240 kW·h por unidade;
- calor específico da água: $4000\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$;
- variação de temperatura da água a ser aquecida: $+10\text{ K}$;
- número de horas em um mês: 720 h;
- massa específica da água: 1 kg/L .

Considerando o ativo adicional apresentado pela proposta da empresa B, conduza uma análise termodinâmica da situação descrita e:

- determine a temperatura da fonte fria do ciclo termodinâmico referente à empresa A;
- avale a taxa de calor rejeitada para a fonte fria no projeto da empresa A;
- argUMENTE conclusivamente se os aspectos mencionados pelo representante da empresa B são realísticos.



Vista lateral do movimento



Vista superior do movimento

As figuras mostram uma fonte sonora de frequência f_0 acoplada a um objeto motorizado em forma de casca esférica preso por um fio de comprimento L ao fundo de uma piscina. Tomando como referência a vista superior, o objeto executa um movimento circular uniforme no sentido anti-horário. Um observador localizado em O, na superfície da piscina, percebe as frequências $5f_0/4$ e $10f_0/11$ quando o objeto emite ao passar pelos pontos A e B, respectivamente.

Dados:

- massa do objeto: $m = \sqrt{3} \text{ kg}$;
- aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$;
- comprimento do fio: $L = 10 \text{ m}$;
- distância AO: $d = 10 \text{ m}$;
- massa específica da água: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$;
- velocidade do som no ar: $v_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$;
- $\sqrt{3} = 1,732$;
- $\frac{34^2}{\sqrt{3}} = 667,4$.

Observações:

- o observador está no mesmo plano que o movimento circular da fonte sonora;
- considere que o volume submerso do objeto não se altera durante o movimento;
- para efeito de cálculos despreze a resistência da água e as dimensões do objeto, que só devem ser consideradas no cálculo do empuxo.

Diante do exposto, determine:

- a) a velocidade escalar do objeto;
- b) o raio da trajetória;
- c) a tração no fio;
- d) o volume do objeto que permanece submerso durante o movimento.

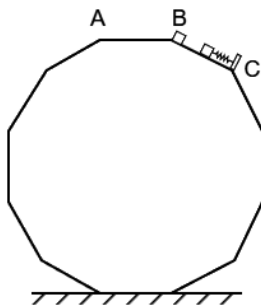


Figura 1

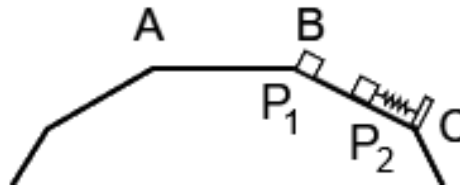


Figura 2

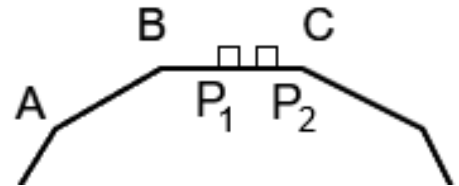


Figura 3

Nas Figuras 1 e 2, a partícula P_1 , positivamente carregada, é abandonada a partir do repouso no vértice B de um dodecágono regular e pode deslizar sobre o segmento BC. No vértice C, encontra-se fixado um anteparo que prende uma das extremidades de uma mola, inicialmente relaxada. Na outra extremidade da mola, foi fixada a partícula P_2 , também positivamente carregada e que também pode deslizar sobre BC.

Considere que, assim que as partículas alcancem a aproximação máxima entre elas, todo o sistema será instantaneamente girado no sentido anti-horário, de 30° , sem adicionar energia cinética às partículas. A partir dessa nova configuração, a mola é desacoplada do sistema e totalmente retirada do vértice C e da partícula P_2 , sendo que as duas partículas passam a interagir entre si livremente. Essa situação está representada na Figura 3.

Dados:

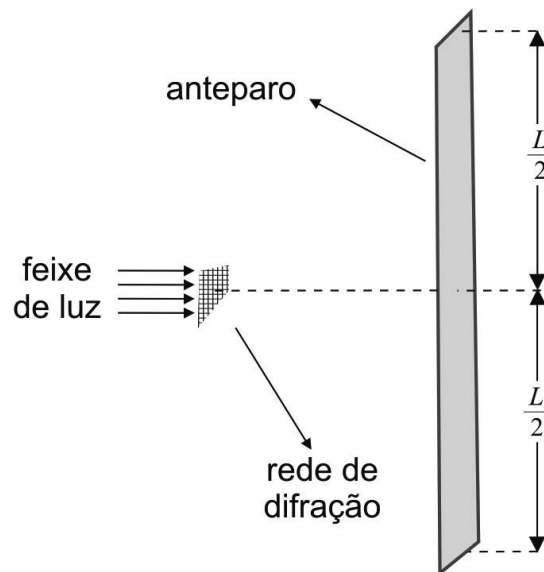
- massas das partículas P_1 e P_2 : $m = 0,4 \text{ kg}$;
- distância inicial entre as partículas: $d_0 = 1,0 \text{ m}$;
- aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$;
- comprimento da mola relaxada: $L_0 = 0,15 \text{ m}$;
- carga de P_1 e carga de P_2 : $q_1 = +20 \mu\text{C}$ e $q_2 = +5 \mu\text{C}$;
- constante elástica da mola: muito alta;
- constante eletrostática do vácuo: $K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

Observações:

- todo o sistema encontra-se no vácuo;
- despreze as dimensões das partículas e do anteparo;
- como a constante elástica da mola é muito alta, despreze a variação da posição da partícula P_2 para efeitos de cálculo no movimento da partícula P_1 ;
- as partículas deslizam sem atrito sobre o segmento BC;
- durante o giro, as posições relativas das partículas não se alteram.

Diante do exposto:

- na condição de aproximação máxima entre as partículas, determine a distância entre P_1 e P_2 ;
- na condição de aproximação máxima entre as partículas, estime a razão aproximada entre a energia potencial elástica da mola e a variação da energia potencial gravitacional de P_2 ;
- após a condição da Figura 2, determine a velocidade de P_2 ao atingir um vértice do dodecágono.



Um feixe de luz monocromática incide ortogonalmente em uma rede de difração. As franjas resultantes são estreitas e projetadas em um anteparo plano centralizado, sendo este paralelo ao plano da rede, conforme apresentado na figura. Sabe-se que o anteparo está em movimento retilíneo uniforme na direção de propagação do feixe de luz. Num instante t_1 , o número de franjas (máximos de interferência) observados no anteparo passa de 7 para 5. Já no instante $t_1 + 2$ s, esse número se reduz a 3.

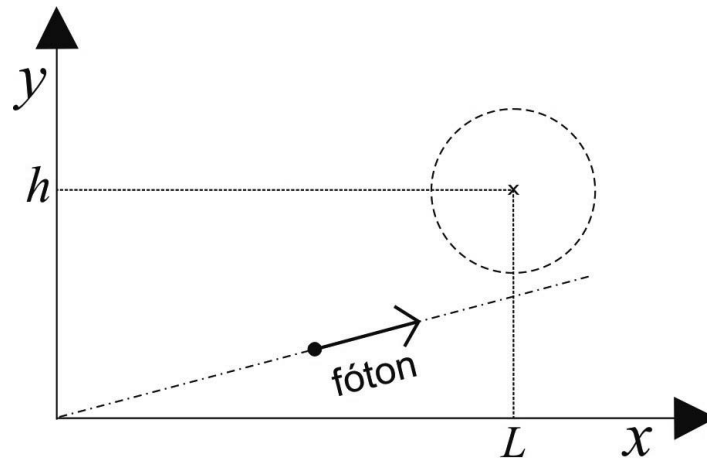
Dados:

- comprimento de onda do feixe de luz: $\lambda = 625$ nm;
- resolução vertical da rede de difração: 400 linhas por mm;
- comprimento do anteparo: $L = 1,2$ m;
- tabela de raízes quadradas:

x	$\sqrt{x}$	x	$\sqrt{x}$	x	$\sqrt{x}$
2	1,41	6	2,45	13	3,61
3	1,73	7	2,65	14	3,74
5	2,24	8	2,83	15	3,87

Com base nas informações apresentadas, determine (justificando):

- se o anteparo está afastando-se ou aproximando-se da rede;
- a distância do anteparo à rede no instante t_1 ;
- o módulo da velocidade do anteparo;
- a distância percorrida desde o instante t_1 para que, a partir desse momento, só fique possível observar 1 máximo no anteparo.



Uma esfera, cuja superfície externa é perfeitamente refletora, tem seu centro fixo no ponto de coordenadas (L, h) . Seu raio R aumenta linearmente com o tempo segundo a equação:

$$R(t) = ut.$$

No instante $t = 0$, um fóton parte da origem propagando-se à velocidade da luz na direção da reta $x = \sqrt{3}y$, nos sentidos positivos de ambos os eixos.

Em determinado instante, o fóton atinge a superfície da esfera e passa a propagar-se paralelamente ao eixo y , em seu sentido negativo.

Dado:

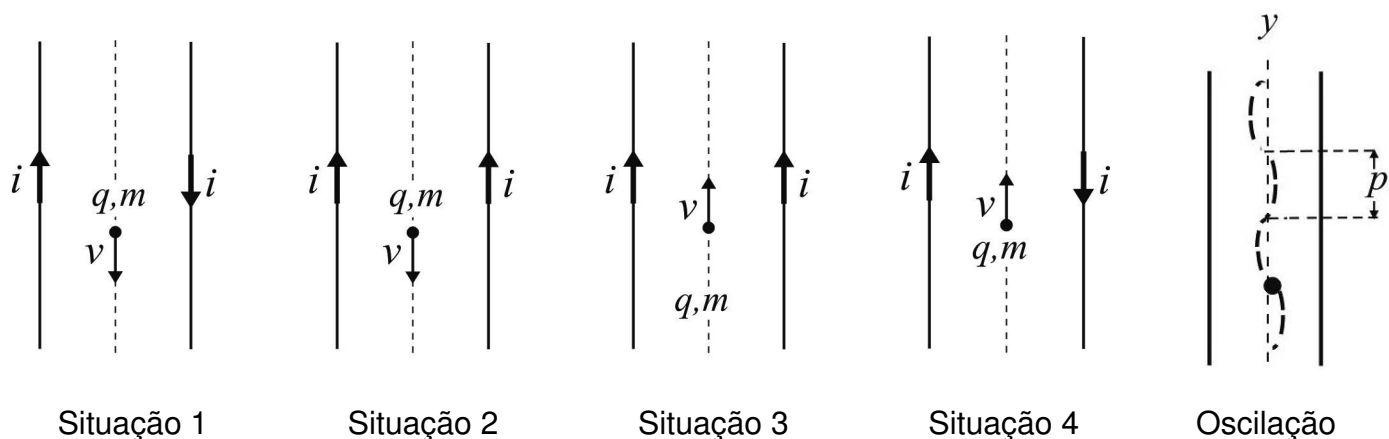
- velocidade da luz: c .

Observações:

- $t \geq 0$;
- $h > 0$;
- $L > 0$;
- $u < c$;
- para determinar a direção do fóton refletido, despreze os efeitos do movimento da superfície da esfera e os efeitos relativísticos.

Determine:

- a) a velocidade u de expansão do raio da esfera em função de h , L e c ;
- b) a condição à qual as coordenadas h e L devem satisfazer para que a imposição física do problema seja possível.



Numa situação a ser escolhida, uma partícula carregada positivamente se desloca à velocidade v vertical de forma equidistante a dois fios infinitos e no mesmo plano deles, sendo que, supondo haver um pequeno desvio horizontal de trajetória, haverá uma força restauradora sobre a partícula, mantendo-a no movimento quase vertical.

Dados:

- distância entre os dois fios: d ;
- massa da partícula: m ;
- carga positiva da partícula: q ;
- correntes elétricas rigorosamente iguais em cada fio: i ;
- velocidade escalar da partícula: v ;
- permeabilidade magnética do meio: μ_0 ;
- $1/(1+x) \approx 1-x$ para $|x| \ll 1$.

Observação:

- assume-se que o movimento continua confinado ao plano dos fios mesmo após eventuais desvios.

Considerando as 4 situações ilustradas, determine:

- a(s) que poderá(ão) ser escolhida(s) para satisfazer à condição de restauração horizontal supracitada, justificando a escolha ou não para cada uma das situações;
- o valor aproximado do passo p , indicado na figura mais à direita, para oscilações de pequenas amplitudes, que caracteriza a distância entre dois cruzamentos pelo eixo y na(s) situação(ões) escolhida(s) no item anterior.